Rev. Fitotec. Mex. 12: 10-19. 1989

DIFERENCIACION VARIETAL DE MAICES "CRIOLLOS" DE LA RAZA TUXPEÑO DEL ESTADO DE VERACRUZ, MEXICO

Filiberto Caballero Hernández[1]

RESUMEN

En el área tropical húmeda de México existen variedades "criollas" regionales que se han colectado pero aún no se han evaluado, caracterizado y seleccionado, las cuales pueden servir como fuente de plasma germinal para programas de mejoramiento genético de maíz (Zea mays L.). Con el objeto de conocer la variación de 171 variedades "criollas" colectadas en el área tropical húmeda del estado de Veracruz, se realizó un experimento en el Campo Agrícola Experimental Cotaxtla, Ver., en el ciclo de temporal de 1981. Mediante el uso de Taxonomía Numérica sobre 19 caracteres vegetativos y agronómicos, se diferenciaron 16 grupos al nivel de 0.80 de disimilitud, de los cuales los identificados como 1, 3, 4, 5 y 6 agruparon a la mayoría de las variedades; los demás incluyeron de dos a siete colectas cada uno, excepto el grupo 16 que estuvo formado por un sólo material. Se presentó una amplia variación tanto genética como fenotípica, de donde se pueden tomar diversas variedades "criollas" con características deseables para los programas de mejoramiento genético de maíz.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Zea mays L.; Plasma germinal; Taxonomía numérica.

SUMMARY

In the humid tropical area of Mexico, some native corn (Zea mays L.) varieties have been collected but they still wait to be evaluated, characterized and selected. These varieties can be used as a source of germplasm for maize breeding. The main objective of this study was to observe the phenotypic variation of 171 native maize varieties, in the rainy season of 1981 in the Experimental Station at Cotaxtla, Ver. Numerical taxonomy techniques were used to differentiate varieties by analyzing 19 vegetative and agronomic traits. 16 groups were defined at 0.80 of dissimilarity distance value. Groups 1,3,4,5 and 6 included most of the collections, while the others contained only 2 to 7 collections each, except group 16 which had only one accession. Genetic and phenotypic variation was found, wich can be explored to identify useful populations for maize breeding programs.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Zea mays L.; Germplasm; Numerical taxonomy.

INTRODUCCION

Actualmente se conoce la existencia de al menos 30 razas de maíz en México (Wellhausen *et al.*, 1951; Hernández y Alanís, 1970). De éstas, algunas son de gran importancia como la raza Tuxpeño, originaria del área tropical húmeda de México, que tiene una amplia distribución y gran riqueza de plasma germinal, y que ha servido como fuente principal para la formación de variedades mejoradas de maíz, no sólo en México sino en muchas partes del mundo (Wellhausen, 1966).

Sin embargo, el potencial genético de esta raza no ha sido suficientemente aprovechado, ya que aún existen variedades "criollas" regionales que no se han colectado, evaluado, caracterizado y seleccionado, las cuales podrían servir de base para programas de mejoramiento genético de maíz.

Al reconocer la importancia que tiene el realizar estudios relacionados con el conocimiento del plasma germinal "criollo" de maíz que se encuentra en México, el objetivo de este estudio fue diferenciar, por medio de la Taxonomía Numérica, a colectas de maíz del área tropical húmeda del estado de Veracruz

[1] Investigador del Programa de Maíz del CEFAPVA, CIFAP-MICH, INIFAP. Apdo. Postal 49, C.P. 60600, Apatzingán, Michoacán, México.

REVISION DE LITERATURA

El término Taxonomía Numérica se define como el agrupamiento por métodos numéricos de unidades taxonómicas (Taxa) en grupos taxonómicos, con base en la magnitud de la expresión de sus caracteres (Sneath y Sokal, 1973).

Espinoza y López (1980) señalan que para la aplicación de métodos de clasificación por taxonomía numérica, debe existir información para todos los caracteres de las UTOS (Unidades Taxonómicas Operacionales). Mencionan que para calcular la similitud entre UTOS usando caracteres cuantitativos, se ha empleado, entre otros, el coeficiente de correlación (r), el cual es una medida angular entre pares de vectores con respecto al origen que ubican a los puntos (UTOS) en un espacio multidimensional definido por los caracteres. Este coeficiente se emplea cuando los objetivos a clasificar son variables.

Solís (1974) revisó los métodos de disimilitud y agrupamiento más utilizados en clasificación numérica, e integró un programa de cómputo denominado TAXON, diseñado bajo un sistema de subrutinas que se pueden modificar. El programa TAXON está incorporado a la computadora del Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados en Chapingo, México.

Algunos investigadores, como Goodman (1972), Cervantes (1976), y Ron (1977), han utilizado la Taxonomía Numérica, cada uno con sus variantes, para clasificar a las razas de maíz en México; los resultados de estos autores concuerdan con las relaciones de parentesco entre las razas postuladas por Wellhausen *et al.* (1951) y Hernández y Alanís (1970).

La Taxonomía Numérica también se ha utilizado para la clasificación de otras especies. Orozco (1979) clasificó 64 colectas de Teocintle anual (*Euchlaena mexicana* S.); se tomó en cuenta datos de caracteres vegetativos y reproductivos para obtener distancias euclidianas, con lo que logró definir grupos de colectas bien diferenciados en cuanto a su grado de similitud.

Por otro lado, Solórzano (1982), en un trabajo con *Phaseolus vulgaris* L., utilizó Taxonomía Numérica para identificar los caracteres más importantes y clasificar los diferentes tipos de hábito de crecimiento que se han originado a través de su evolución; encontró que la mayor parte de genotipos (97%) quedaron clasificados en cuatro grandes grupos.

Hernández (1982), al realizar un estudio para detectar materiales sobresalientes de calabacilla loca (*Cucurbita foetidissima* HBK), utilizó como medidas de disimilitud tanto a las distancias euclidianas como al complemento del coeficiente de correlación; con el último método se obtuvieron las mejores agrupaciones.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en el ciclo de temporal de 1981, en el Campo Agrícola Experimental Cotaxtla (CAECOT) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

Como material genético se utilizaron 171 variedades "criollas" de maíz del estado de Veracruz, colectadas en el norte, centro y sur del área tropical húmeda de dicho estado por Mauro Balderas Muñoz, Porfirio Ramírez Vallejo, Mauro Sierra Macías, J. Jesús Alcázar Andrade y Filiberto Caballero Hernández, investigadores del Programa de Maíz del CAECOT de los años 1977 a 1981. También se incluyeron 10 colecciones tropicales mexicanas que fueron sobresalientes para rendimiento en ensayos anteriores, ocho variedades experimentales del programa de maíz y como testigos

a siete variedades comerciales recomendadas para la región (Cuadro 1).

El diseño experimental que se usó fue un látice simple duplicado 14 x 14 con los 196 tratamientos mencionados anteriormente. La parcela experimental fue un surco de 0.92 m de ancho y 10 m de longitud, con dos plantas cada 0.50 m.

Las variables que se midieron fueron las siguientes:

1. Porcentaje de grano
2. Días a floración masculina
3. Días a floración femenina
4. Altura de planta
5. Altura de mazorca
6. Diámetro del tallo al nivel del suelo
7. Número de hojas durante el llenado del grano
8. Longitud de la hoja en cuyo nudo se originó la mazorca superior
9. Ancho de la parte media de la hoja indicada anteriormente
10. Longitud de la panícula
11. Número de ramas primarias en la panícula
12. Medida de la cobertura de la mazorca
13. Número de brácteas por mazorca
14. Longitud de mazorca
15. Ancho de la mazorca
16. Número de hileras por mazorca
17. Diámetro de olote
18. Rendimiento de grano por planta
19. Número de mazorcas por hectárea.

Las variables se tomaron de acuerdo a la metodología recomendada por el instructivo correspondiente elaborado para maíz y sorgo (INIA, 1977).

Para aplicar el método de Taxonomía Numérica y diferenciar las colectas, se formó un arreglo matricial de orden 196 x 19 con medias de los 19 caracteres vegetativos y agronómicos en cada una de las 196 poblaciones.

Se usó el coeficiente de disimilitud entre los genotipos, que es el complemento del coeficiente de correlación (rc=1-r), donde r es el coeficiente de correlación, el cual es una medida angular entre pares de vectores que van del origen a los puntos que describen el comportamiento de cada observación o colecta en el espacio cuya dimensionalidad está determinada por el número de caracteres; la fórmula para estimar la similitud entre pares de colectas es:

$$r_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^{n} (X_{ij}-\bar{X}_i)(X_{kj}-\bar{X}_k)}{\left[\sum_{j=1}^{n} (X_{ij}-\bar{X}_i)^2 \sum_{j=1}^{n} (X_{kj}-\bar{X}_k)^2\right]^{1/2}}$$

donde

X_{ij} y X_{kj} son valores promedio del carácter j en las variedades i y k, respectivamente.

$\bar{X}_i$ y $\bar{X}_k$ son promedios de las variedades i y k sobre los n caracteres;

con este valor de la correlación se obtiene:

$$rc_{ik} = 1-r_{ik},$$

donde rc_{ik} es la medida de disimilitud entre la variedad i y la variedad k.

Esta medida de disimilitud se calcula entre todos los pares posibles de UTOS; con esto se obtiene un arreglo triangular de disimilitudes.

El dendrograma correspondiente al arreglo de disimilitudes se obtuvo mediante el método de agrupación jerárquica estratificada de los promedios de grupos.

Los análisis estadísticos se efectuaron en la computadora del Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Cuadro 1. Grupos y variedades clasificadas a un nivel de 0.80 de disimilitud, según dendrograma de la Figura 1.

Grupo	Variedad[1]	Grupo	Variedad	Grupo	Variedad	Grupo	Variedad
1	VER-5-81A	3	VER-40-78B	5	CHIS-511[2]	8	VER-9-77B
	CR. DIONISIO		VER-44-78B		CHIS-417[2]		VER-1-79B
	VER-93-78B		VER-58-78B		VER-1-77B		VER-2-79B
	VER-2-81A		VER-46-78B		VER-14-77B		VER-112-77B
	VER-17-79A		VER-38-78B		VER-31-77B		VER-7-78B
	VER-8-79B		VER-54-78B		VER-3-77B	---	
	VER-6-81A		VER-33-77B		CHIS-664[2]	9	VER-32-77B
	VER-19-79B		VER-49-78B		VER-24-77B		VER-22-78B
	VER-12-81A		VER-52-78B		CHIS-462[2]		VER-35-78B
	VER-11-81A		VER-35-78B		VER-29-78B		VER-61-78B
	VER-39-77B		VER-67-78B		VER-75-78B		VER-72-78B
	VER-15-79B		VER-69-78B		VER-1-77A		VER-7-79B
	VER-3-77A		VER-11-78B		VER-34-78B	---	
	VER-20-79B		VER-65-78B		VER-20-78B	10	VER-15-78B
	VER-7-77B		VER-11-77B		VER-28-77B		VER-35-77B
	VER-63-78B		VER-113-77B		VER-29-77B		VER-51-78B
	VER-37-77B		VER-37-78B		VER-4-77B		VER-27-77B
	VER-53-78B		VER-64-78B		VER-15-78B		VER-36-77B
	VER-1-80A		VER-9-81A		VER-57-78B	---	
	VER-42-80A	---			VER-4-78B	11	VER-32-78B
---		4	C.I-2[3]		VER-31-78B		VER-55-78B
2	VER-10-77B		C.I-3[3]		VER-17-78B		VER-23-78B
	VER-70-78B		VS-525[4]		VER-18-78B		VER-6-79B
	VER-115-77B		VER-10-81A		VER-11-79B	---	
---			V-524[4]		CHIS-535[2]	12	VER-117-77B
3	VER-78-78B		C.I-4[3]		V-522[4]		VER-119-77B
	VER-79-78B		SINT-6[3]		VER-6-77B		VER-60-78B
	VER-77-78B		VS-523A[4]		VER-10-79B		VER-10-78B
	VER-68-78B		VER-21-79B		VER-4-77A		VER-3-77B
	VER-6-78B		VER-7-77A		VER-6-77A	---	
	VER-41-78B		VER-26-78B	---		13	VER-92-78B
	VER-76-78B		VER-5-77A	6	VER-118-77B		VER-2-80B
	VER-13-78B		H-510[4]		VER-14-78B	---	
	VER-39-78B		SINT-7[3]		VER-56-78B	14	VER-5-77B
	VER-8-78B		C.I-1[3]		VER-9-79B		VER-19-78B
	VER-12-78B		CHIS-501[2]		VER-7-81A		CGB-11[3]
	VER-3-78B		H-507[4]		VER-16-79B	---	

Continuación Cuadro 1.....

Grupo	Variedad[1]	Grupo	Variedad	Grupo	Variedad	Grupo	Variedad
3	VER-5-78B	4	H-503[4]	6	VER-16(A)-77B	15	VER-33-78B
	VER-16-78B		TAMPS-129[2]		VER-13-79B		VER-59-78B
	VER-48-78B		VER-8-81A		VER-14-79B	----------	
	VER-71-78B		VER-12-79B		VER-74-78B	16	VER-3-79B
	VER-9-78B		VER-21-78B		VER-5-79B	----------	
	VER-116-78B		VER-73-78B		VER-10-77B		
	VER-36(A)-78B		VER-10-77A		VER-28-78B		
	VER-1-78B		CHIS-455[2]		VER-1-81A		
	VER-16-78B		VER-62-78B		VER-4-81A		
	VER-12-78B		SINT-9[3]		VER-3-81A		
	VER-45-78B		VER-8-77A	----------			
	VER-47-78A		VER-2-77A	7	VER-8-77B		
	VER-41-78B		VER-36-78B		VER-30-78B		
	VER-40-78B		VER-18-79B		VER-66-78B		
	VER-42-78B		VER-9-77A		VER-34-77B		
	VER-38-77B		VER-2-79B		VER-27-78B		
	VER-43-78B		TAMPS-65[2]		VER-13-77B		
	VER-40-77B		SIN-30[2]		VER-30-77B		
	VER-42-77B		VER-4-79B	----------			
	VER-2-78B						

[1] Nomenclatura de las 60 entradas recientes, indicando nombre del Estado, numero progresivo, año y ciclo agrícola de colecta (A=otoño-invierno; B=primavera-verano).

[2] Colectas antiguas

[3] Variedades experimentales

[4] Variedades comerciales

Se utilizó el programa TAXON desarrollado por Solís (1974).

RESULTADOS Y DISCUSION

La clasificación de las colectas obtenidas por la técnica de Taxonomía Numérica se presenta en forma de dendrograma en la Figura 1. En el dendrograma resultante se procedió a la definición de grupos con disimilitud entre sus componentes menor de 0.80. A este nivel se formaron 16 grupos (Cuadro 1), de los cuales los identificados con los números 1,3,4,5 y 6 son conglomerados bien definidos, ya que en ellos se agrupan la mayoría de las colectas. El Grupo 1 incluyó 20 variedades; el Grupo 3 unió al mayor número de variedades (51), el Grupo 4 a 36, el Grupo 5 a 30, y el Grupo 6 a 16 variedades.

Los otros grupos se formaron con un número reducido de variedades, de dos a siete; estos grupos son: 2,7,8, 9,10,11,12,13,15 y el Grupo 16 que incluyó a un solo elemento.

De los 25 materiales genéticos restantes, 18 quedaron incluidos en el Grupo 4, seis en el 5 y uno en el Grupo 14. Se puede decir que el Grupo 4 congregó a la mayoría de las poblaciones comerciales y experimentales, las cuales se han mejorado por alguno de los métodos de selección o bien por hibridación. En este mismo Grupo 4 se tienen a las poblaciones Chis-501, Chis-455 y Tamps-129, que son colectas viejas y que en otros ensayos de rendimiento en Veracruz han resultado sobresalientes.

El Grupo 4 también incluyó a variedades "criollas" y a poblaciones con características similares a las de las variedades comerciales, como son alturas moderadas de plantas y mazorca, así como buen rendimiento; por ello pudiera pensarse que estas poblaciones son cruzamientos entre las variedades nativas y las mejoradas; o bien, que el agricultor, al sembrar las variedades "criollas" contínuamente a través de los años, ha cambiado su comportamiento, como lo afirma Ortega (1973). Por otro lado, es posible que estas mismas colectas sean generaciones avanzadas de alguna variedad mejorada que el agricultor ha venido manejando y observando durante varios años como una variedad "criolla".

Para caracterizar y conocer la variación fenotípica entre los 16 grupos, en cada uno de éstos se calcularon los promedios de los 19 caracteres (Cuadro 2).

Los caracteres que presentaron menor variación fueron: altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, número de ramas primarias en la espiga, número de brácteas alrededor de la mazorca y número de hileras de la mazorca; es decir, las diferencias entre materiales para las otras variables pudieron haber sido más determinantes para la separación de los grupos.

Al querer ubicar a los grupos en áreas de acuerdo a su lugar de origen, se observó que no se presentaron áreas compactas, posiblemente porque las poblaciones de cada grupo no son similares por haber evolucionado en el mismo ambiente, o bien porque no han logrado su identificación en el medio en que se estaban desarrollando, por encontrarse en una etapa de transición.

La clasificación de las variedades en diferentes grupos, confirma que existe diversidad entre poblaciones; considerando que en una misma localidad se cultivan diferentes tipos de maíz, es posible que se puedan encontrar tipos aún no estudiados.

A partir de la separación de grupos, se pueden planear trabajos futuros que determinen la Aptitud Combinatoria General y Específica entre

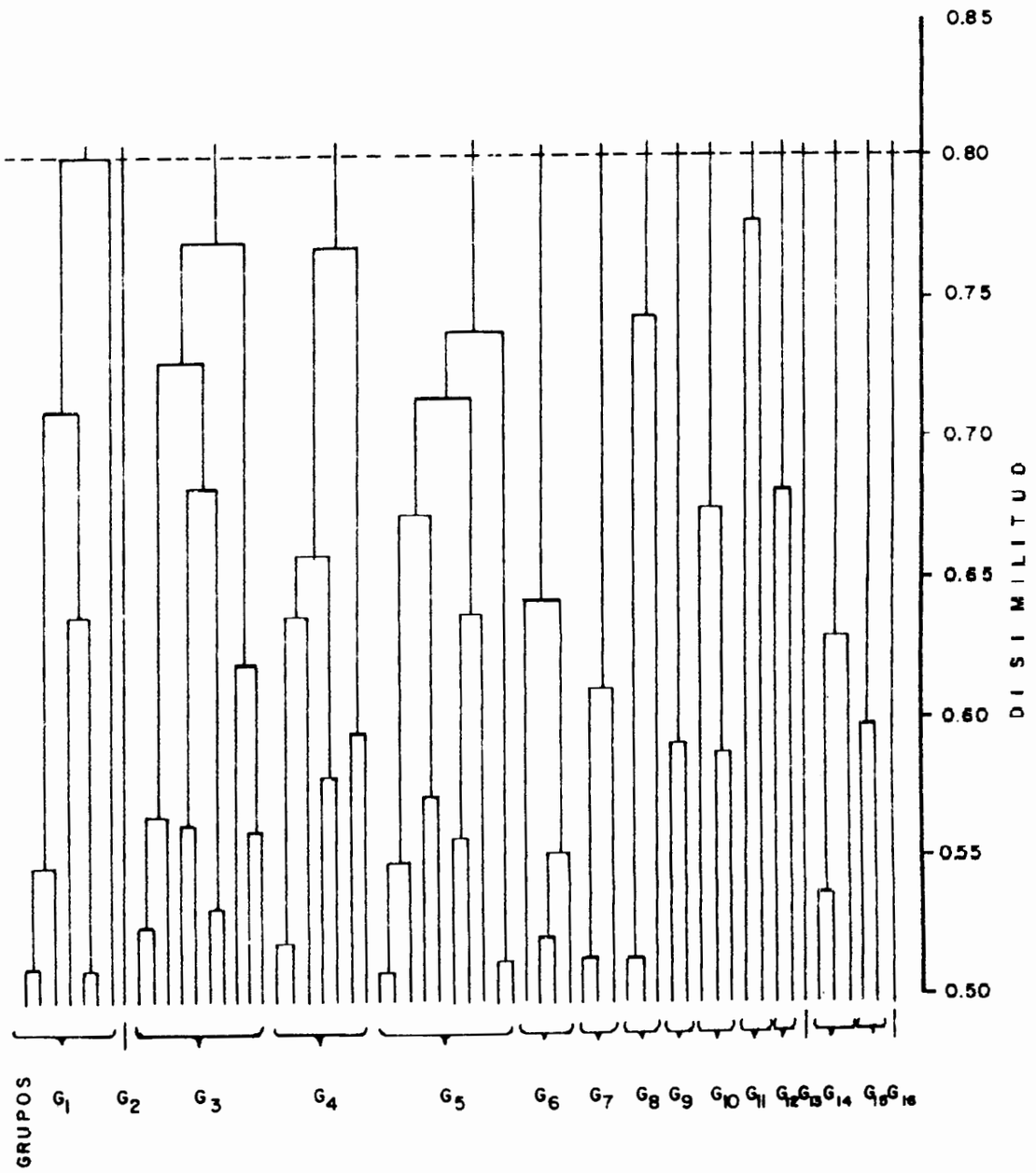

Figura 1. Dendrograma que agrupa a 196 variedades de maíz, obtenido con el complemento del coeficiente de correlación (rc) para 19 variables. CAECOT, Ver., Temporal 1981.

Cuadro 2. Medias de los caracteres estudiados en cada grupo, definidos éstos por la clasificación de 196 variedades por taxonomía numérica. CAECOT,Ver., 1981 Temporal.

Grupo	Núm. variedades por grupo	Variables[1/]																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
G1	20	80.59	61	64	296	189	2.3	21	107	103	52	11	52	15	144	49	16	29	82.5	31292
G2	2	81.92	60	63	291	183	2.2	20	107	127	52	12	65	13	142	40	12	21	57.3	30020
G3	51	80.06	71	68	314	211	2.4	22	107	108	49	13	55	14	153	41	12	24	53.3	24760
G4	36	83.21	58	60	277	167	2.2	20	100	98	49	10	58	13	155	44	13	26	100.9	39192
G5	30	84.62	60	63	300	192	2.2	20	105	101	52	12	51	13	163	42	12	23	91.4	36654
G6	16	86.67	58	61	295	186	2.2	21	104	97	51	12	64	24	147	43	10	21	87.0	36137
G7	7	81.77	62	65	300	194	2.3	21	109	102	51	12	74	13	153	41	13	24	69.6	31977
G8	5	82.39	62	64	302	197	2.3	21	107	102	54	12	47	15	147	41	12	23	74.5	30542
G9	6	85.33	61	63	305	190	2.5	21	103	107	47	13	53	24	164	43	12	22	88.7	30998
G10	5	80.57	63	65	293	183	2.3	19	105	105	51	11	57	15	150	41	13	24	60.9	28626
G11	4	80.63	62	65	307	194	2.4	21	108	109	52	12	49	14	170	44	13	26	78.3	26593
G12	5	83.58	60	63	302	194	2.2	21	104	100	48	13	47	16	143	45	12	26	84.1	30672
G13	2	75.31	69	72	235	162	2.4	23	90	118	46	13	59	16	159	42	13	26	20.4	6200
G14	3	83.32	62	64	295	186	2.4	22	109	103	50	13	48	12	155	48	13	25	88.0	32412
G15	2	83.04	61	64	280	166	2.2	20	106	104	48	10	55	14	157	41	12	23	69.9	29367
G16	1	85.89	56	57	273	166	1.9	20	97	96	53	13	72	13	125	41	12	24	62.8	26757

[1/] 1: Porcentaje de grano; 2,3: Días a floración masculina y femenina; 4,5: Altura de planta y mazorca (cm); 6: Diámetro de tallo (cm); 7: No.de hojas; 8,9: Largo (cm) y ancho (mm) de hoja; 10,11: Longitud (cm) y No. de ramas primarias de la espiga; 12: Cobertura de mazorca (mm); 13: No. de brácteas de la mazorca; 14,15 y 16: Largo (mm), ancho (mm) y No. de hileras de mazorca; 17: Diámetro del olote (mm); 18: Rendimiento por planta (g); 19: No. de mazorcas por ha.

ellos, para seleccionar aquellos de acuerdo a sus componentes genéticos.

Además, con esta clasificación se puede determinar qué tipo o grupo de maíces reune las características deseables para incorporarlas a proyectos de investigación, ya sea para el mejoramiento genético de algún tipo de maíz en especial o bien para formar un compuesto de amplia base genética con el fin de obtener plasma germinal con características específicas y con una amplia variabilidad genética. En tal población se podría aplicar algún método de selección, para obtener a futuro variedades de polinización libre o híbridos con mayor potencial de rendimiento y mejores características que las variedades comerciales actuales.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados, se puede concluir lo siguiente:

1. La Taxonomía Numérica permite cuantificar la variabilidad presente entre un gran número de genotipos, de acuerdo a sus características vegetativas y agronómicas.

2. El Grupo 3 fue el que reunió el mayor número de variedades (51) y en segundo término, el Grupo 4 agrupó a 36 genotipos.

3. En el Grupo 4 quedó clasificada la mayoría de las variedades con cierto grado de mejoramiento genético, así como algunas colectas, lo que hace suponer que éstas han sufrido la introducción de algún material genético seleccionado, o bien son materiales comerciales que se han venido recombinando con materiales "criollos" y que el campesino los maneja como "criollos".

4. La clasificación de las variedades no correspondió a una clasificación de ambientes en el área explorada.

5. La diversidad entre las poblaciones de la Raza Tuxpeño puede ser suficiente para definir subtipos.

6. Con la clasificación de las colectas, se pueden seleccionar aquellas deseables e incorporarlas a los programas de mejoramiento de maíz, bien sea en forma individual o para formar compuestos de amplia base genética con características específicas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Roberto Valdivia B., por sus sugerencias, y al Dr. J. Jesús Sánchez G., por su colaboración en el análisis estadístico de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Cervantes S., T. 1976. Efectos genéticos y de genotipo-ambiente en la clasificación de razas mexicanas de maíz. Tesis de D.C., Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México. 139 p.

Espinoza, G. y A. López. 1980. Introducción a los métodos jerárquicos de análisis de cúmulos. Comunicaciones Técnicas, Nota No. 9. IIMAS, UNAM. 77 p.

Goodman, M. M. 1972. Distance analysis in biology. Systematic Zoology 21: 174-186.

Hernández C., J. M. 1982. Evaluación de 23 colectas de Calabacilla Loca (Cucurbita foetidissima HBK). Tesis de Ing. Agr. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 71 p.

Hernández X., E. y G. Alanís F. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México; implicaciones fitogenéticas y fitogeográficas. Agrociencia 5: 3-30.

INIA. 1977. Instructivo para toma de notas del Programa de Maíz y Sorgo. SARH. Mim. pp. 1-17.

Orozco, J. L. 1979. Interrelación de poblaciones de Teocintle anual mexicano. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México. 61 p.

Ortega P., R. A. 1973. Variación de maíz y cambios socio-económicos en Chiapas, México. 1946-71. Tesis de M.C., Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México, pp. 18-20.

Ron P., J. 1977. Efecto de las radiaciones gamma de ^{60}Co en las razas de maíz de México. Tesis de M.C., Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México. 115 p.

Sneath, P. H. A. and R. R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. W.A. Freeman and Co. San Francisco. 573 p.

Solís R., R. 1974. Algoritmos, estrategias y modelos para métodos de agrupación. Tesis de M.C., Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México. 74 p.

Solórzano V., R. 1982. Clasificación de hábitos de crecimiento en Phaseolus vulgaris L. Tesis de M.C., Colegio de Postgraduados, ENA. Chapingo, México. 74 p.

Wellhausen, E. J. 1966. Germoplasma exótico para el mejoramiento del maíz en los Estados Unidos. CIMMYT. Folleto de Investigación No. 4. México. 16 p.

_____, **J. M. Roberts y E. Hernández X., en colaboración con P. C. Mangelsdorf. 1951.** Razas de maíz en México. Folleto Técnico 5. Oficina de Estudios Especiales. SAG. México 237 p.